

5

10 Verfahren zur Abgasnachbehandlung und Vorrichtung hierzu

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren bzw. einer Anordnung nach der Gattung der  
unabhängigen Ansprüche. Aus der DE 199 04 068 A1 ist bereits ein Verfahren bekannt,  
bei dem Ozon an einer Abgabestelle in der Abgasleitung an das Abgas abgegeben wird,  
bevor das Abgas zum Partikelfilter gelangt. Weiterhin ist es bekannt, einem Partikelfilter  
bzw. einem Speicherkatalysator einen Oxidationskatalysator vorzuschalten, um einen  
Russabbrand bzw. eine Abgasentstickung durch eine Erhöhung des  
Stickstoffdioxidanteils im Abgas zu unterstützen. Ein Oxidationskatalysator hat jedoch  
den Nachteil einer kleinen Konversionsrate bei der Umwandlung von Stickstoffmonoxid  
in Stickstoffdioxid bei Abgastemperaturen unterhalb von 250°C. Desweiteren ist ein  
Oxidationskatalysator schwefelempfindlich und produziert aus Schwefeldioxid  
Schwefeltrioxid, das einen Speicherkatalysator vergiften kann. Darüber hinaus ist mit  
einem Oxidationskatalysator keine mengenmäßige Steuerung der Umwandlung von  
Stickstoffmonoxid in Stickstoffdioxid möglich.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Anordnung mit den  
kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den  
Vorteil, mit einem oxidativ wirkenden Hilfsmittel sowohl eine effiziente  
Partikelbeseitigung als auch eine effiziente Abgasentstickung zu ermöglichen, wobei das  
oxidativ wirkende Hilfsmittel auch im Niedertemperaturbereich eine schwefeltolerante  
Oxidation des im Abgas vorhandenen Stickstoffmonoxids gewährleistet. Darüber hinaus

kann durch das oxidativ wirkende Hilfsmittel eine bedarfsgerechte Einstellung eines definierten Mengenverhältnisses von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid im Abgas in Abhängigkeit von der Temperatur erfolgen, z. B. das Verhältnis 1:1 bei Temperaturen unterhalb von 250°C im Falle einer Abgasentstickung nach der Methode der selektiven katalytischen Reduktion. Das entstehende Stickstoffdioxid ist eine direkte Funktion des eingesetzten oxidativen Hilfsmittels und kann über eine definierte Erzeugung des oxidativen Hilfsmittels, insbesondere Ozon, geregelt werden.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Verfahrens bzw. der angegebenen Anordnung möglich.

Besonders vorteilhaft ist hierbei, dass das oxidativ wirkende Mittel außerhalb des Abgasstroms erzeugt wird, sodass kein zusätzlicher Abgasgegendruck im Abgasstrang erzeugt wird und die Mittel zur Erzeugung relativ einfach und kostengünstig ausgeführt werden können.

Weitere Vorteile ergeben sich aus in den weiteren abhängigen Ansprüchen und in der Beschreibung genannten Merkmalen.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Die Figur 1 zeigt eine Abgasreinigungsvorrichtung mit einem Partikelfilter und einer Entstickungseinrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der Figur 1 ist eine Abgasreinigungsvorrichtung abgebildet, bei der von einer Brennkraftmaschine kommendes Abgas 30 über eine Abgasleitung 5 in ein Dieselpartikelfilter 10 strömen kann. Eine weitere Abgasleitung 15 verbindet den Ausgang des Partikelfilters 10 mit einer als NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator ausgeführten Entstickungseinrichtung 20. Der Ausgang der Entstickungseinrichtung 20 ist mit einer

weiteren Abgasleitung 25 verbunden, die das gereinigte Abgas 35 weiter über einen Schalldämpfer ins Freie befördert. Des weiteren ist als Mittel 40 zur Bereitstellung eines oxidativ folgenden Hilfsmittels ein Plasmagenerator zur Ozonerzeugung vorgesehen. Der Ozongenerator weist eine Luftzufuhr 46 auf. Der Ausgang des Ozongenerators ist mit einer ersten Ozonleitung 42 sowie mit einer zweiten Ozonleitung 44 verbunden. Am anderen Ende der weiteren Ozonleitungen 42 bzw. 44 sind eine erste Zufuhreinrichtung 48 bzw. eine zweite Zufuhreinrichtung 50 angeordnet, die jeweils in die Abgasleitung 5 bzw. in die Abgasleitung 15 hineinragen. Im Bereich der Abgasleitung 15 ist ferner ein Stickstoffdioxidmesselement 52 vorgesehen, in das ein Temperaturmesselement zur Messung der Temperatur des Abgases integriert ist.

Das von der Brennkraftmaschine herströmende Abgas 30 enthält Stickstoffmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Wasser sowie Rüstteilchen. Über die Zufuhreinrichtung 48 wird dem Abgas 30 vor dem Partikelfilter 10 Ozon zugeführt. Dadurch wird ein gewisser Anteil des Stickstoffmonoxidanteils des Abgases zur Stickstoffdioxid oxidiert, wodurch im Partikelfilter 10 ein kontinuierliches Russabbrennen durch Ausnutzen des an sich bekannten CRT-Effekts (CRT = „Continuously Regenerating Technology“ bzw. „Continuously Regenerating Trap“; siehe auch <http://www.dieselnets.com/tech/dpf crt.html>) gewährleistet wird. Die Ozonzufuhr erfolgt hierbei in Abhängigkeit von der gemessenen Abgastemperatur zur Optimierung der Regeneration des Partikelfilters. Die Ozonerzeugung außerhalb des Abgasstrangs hat den Vorteil, dass kein zusätzlicher Abgasgegendruck erzeugt wird, dass der Reaktor zur Erzeugung des Ozons nicht verrußen kann und dass dieser auch keinen hohen Temperaturen ausgesetzt ist, sodass nur ein geringer technologischer Aufwand erforderlich ist, um eine für die vorliegenden Zwecke funktionstüchtige Anordnung bereitzustellen. Hinter dem Partikelfilter 10, also im Bereich der Abgasleitung 15, sind die Rüstteilchen größtenteils entfernt, der Stickstoffmonoxidanteil ist jedoch im Vergleich zum Abgas im Eingangsbereich des Dieselpartikelfilters, also nach Zugabe des Ozons durch die erste Zufuhreinrichtung 48, etwas erhöht. Das Stickstoffdioxidmesselement 52 registriert den tatsächlichen Stickstoffdioxidanteil und erlaubt einem nicht näher dargestellten Steuergerät eine entsprechende Ansteuerung des Ozongenerators 40 bzw. der Zufuhreinrichtungen 48 bzw. 50, um eine einwandfreie Funktion des nachgeordneten Speicherkatalysators 20 zu gewährleisten. Dabei wird insbesondere durch Zufuhr von Ozon über die Zufuhreinrichtung 50 sichergestellt, dass das Abgas beim Eintritt in den Speicherkatalysator einen möglichst hohen Anteil an

Stickstoffdioxid aufweist, dass vom Speicherkatalysator gut eingelagert wird und damit effektiv zur Stickstoff reduziert werden kann. Über die Abgasleitung 25 verlässt das gereinigte Abgas 35 die illustrierte Anordnung und enthält an dieser Stelle im Wesentlichen noch Stickstoff und Wasser.

5

10

15

20

25

30

35

In einer alternativen Ausführungsform kann dem Speicherkatalysator noch ein Oxidationskatalysator nachgeschaltet sein, um noch im Abgas verbliebene Kohlenwasserstoffe zu oxidieren. In einer weiteren alternativen Ausführungsform können die beiden Zufuhreinrichtungen 48 und 50 statt aus einem insbesondere elektrisch ansteuerbaren Ventil aus einer Düse oder lediglich dem Leitungsende der Leitungen 42 bzw. 44 bestehen. In diesem Fall erfolgt die Steuerung der Ozonzufuhr durch eine elektrische Ansteuerung des Ozongenerators 40. In einer weiteren Alternative kann auch ganz auf eine zweite Zufuhrstelle verzichtet werden, es kann also die zweite Ozonleitung 44 und die zweite Zufuhreinrichtung 50 weggelassen werden und das Ozon lediglich über die Ozonleitung 42 dem Abgastrakt zugeführt werden. Dies ist insbesondere im Falle einer alternativen Ausgestaltung der Entstickungseinrichtung 20 als Einrichtung, die auf dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion beruht (siehe auch [http://www.dieseln.net.com/tech/cat\\_scr.html](http://www.dieseln.net.com/tech/cat_scr.html)), möglich. Dann erfolgt die Regelung der Ozonzufuhr ausschließlich über die Dosierstelle im Bereich der Abgasleitung 5 vor dem Partikelfilter 10, indem an dieser Stelle genügend Ozon zugeführt wird, sodass hinter dem Dieselpartikelfilter genügend Stickstoffdioxid übrig bleibt, um eine einwandfreie Funktion der Entstickungseinrichtung zu gewährleisten. Das Partikelfilter 10 kann wahlweise auch katalytisch beschichtet ausgeführt werden. Alternativ oder im Kombination zu einer laufenden Regeneration des Partikelfilters kann auch vorgesehen sein, die Ozonzufuhr so zu steuern, dass das Partikelfilter 10 nur im Notfall regeneriert wird, während die Entstickung des Abgases kontinuierlich abläuft. Hierzu wird dann vorzugsweise über die zweite Zufuhreinrichtung 50 das Ozon zugeführt und nur im Falle einer Notfallregeneration des Partikelfilters 10 die Zufuhreinrichtung 52 aktiviert. Die Notfallregeneration wird dann aktiviert, wenn der Abgasgegendruck einen bestimmten Grenzwert überschreitet. Zur Erkennung eines solchen Schwellenwerts ist in diesem Fall das Vorsehen mindestens eines Druckmesselements Voraussetzung, oder man verwendet alternativ zwei Drucksensoren, um über eine Differenzdruckbestimmung den Abgasgegendruck zu ermitteln. In einer weiteren alternativen Ausführungsform können neben Ozon auch andere Oxidationsmittel verwendet werden. Die oxidativen Hilfsmittel können anstelle einer Zuführung bzw. Einblasung in den Abgastrakt auch im

Abgasstrang erzeugt werden, beispielsweise unter Verwendung eines vom Abgas durchströmbaren Plasmagenerators.

5

10 Ansprüche

1. Verfahren zur Nachbehandlung des Abgases einer Brennkraftmaschine, bei dem in dem Abgas enthaltene Partikel unter zumindest zeitweisem Einsatz eines oxidativ wirkenden Hilfsmittels zumindest teilweise beseitigt werden, dadurch gekennzeichnet, dass in einem weiteren Schritt eine zumindest teilweise Entstickung des Abgases erfolgt, wobei das oxidativ wirkende Mittel derart dosiert dem Abgas zugeführt wird, dass die Entstickung des Abgases unterstützt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stickstoffdioxid-Anteil des Abgases bestimmt wird und dass in Abhängigkeit vom Stickstoffdioxidanteil das oxidativ wirkende Hilfsmittel zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stickstoffdioxid-Anteil in Strömungsrichtung des Abgases hinter der Stelle bestimmt wird, an der die Partikelbeseitigung erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Abgases gemessen wird und dass in Abhängigkeit von der Temperatur des Abgases die Dosierung des oxidativ wirkenden Mittels erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das oxidativ wirkende Mittel außerhalb des Abgasstroms erzeugt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Erzeugung des oxidativ wirkenden Mittels in dosierter Weise erfolgt.
- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das oxidativ wirkende Mittel in einem Plasmagenerator erzeugt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur zumindest teilweisen Beseitigung der Partikel ein Partikelfilter verwendet wird und dass die Zudosierung des oxidativ wirkenden Mittels vor und hinter dem  
10 Partikelfilter erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur zumindest teilweisen Entstickung des Abgases ein Speicherkatalysator oder eine Anordnung zur selektiven katalytischen Reduktion verwendet wird.  
15
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als oxidativ wirkendes Mittel Ozon verwendet wird.
- 20 11. Anordnung zur Nachbehandlung des Abgases einer Brennkraftmaschine, mit einem Partikelfilter und Mitteln zur Bereitstellung eines oxidativ wirkenden Hilfsmittels für den Betrieb des Partikelfilters, dadurch gekennzeichnet, dass in Strömungsrichtung des Abgases hinter dem Partikelfilter (10) eine Entstickungseinrichtung (20) zur zumindest teilweisen Entstickung des Abgases angeordnet ist.

5

10

### Zusammenfassung

15

Es wird ein Verfahren bzw. Anordnung zur Nachbehandlung des Abgases einer Brennkraftmaschine vorgeschlagen, bei dem in dem Abgas enthaltene Partikel unter zumindest zeitweise im Einsatz eines oxidativ wirkenden Hilfsmittels zumindest teilweise beseitigt werden, wobei zumindest eine teilweise Entstickung des Abgases erfolgt, wobei das oxidativ wirkende Mittel derart dosiert, dem Abgas zugeführt wird, dass die Entstickung des Abgases unterstützt wird.

20